

**UJI ADULTERASI SERBUK SECANG DENGAN PEWARNA SINTETIS
KARMOISIN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS
DENGAN PENDEKATAN KEMOMETRIKA**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian
persyaratan mencapai derajat S-1**



Oleh:

Nur Intan Sheila Rahmah

22106030023

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2026**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-179/Un.02/DST/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : Uji Adulterasi Serbuk Secang Dengan Pewarna Sintetis Karmoisin menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dengan Pendekatan Kemometrika

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NUR INTAN SHEILA RAHMAH
Nomor Induk Mahasiswa : 22106030023
Telah diujikan pada : Selasa, 20 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 6977141d57aba

Ketua Sidang

Karmanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 69770bde04757

Penguji I

Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED



Valid ID: 69770c54520eb

Penguji II

Khamidinal, S.Si., M.Si.
SIGNED



Valid ID: 697716ffded6

Yogyakarta, 20 Januari 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nur Intan Sheila Rahmah

NIM : 22106030023

Judul Skripsi : Uji Adulterasi Serbuk Secang Dengan Pewarna Sintetis Karmoisin menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dengan Pendekatan Kemometrika

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 9 Januari 2026

Pembimbing

Karmanto, S.Si., M.Sc.

NIP: 19820504 200912 1 005

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nur Intan Sheila Rahmah
NIM : 22106030023
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Uji Adulterasi Serbuk Secang dengan Pewarna Sintetis Karmoisin menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dengan Pendekatan Kemometrika”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 9 Januari 2026



Nur Intan Sheila Rahmah
NIM. 22106030023

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat, maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri”

(Q.S 17:7)

•
“dan dihariku yang paling gelap, semoga aku akan mengingat bahwa ini sementara dan akan segera pergi dengan cepat”

(The Adams)

•
“Apa yang tak bisa kau raih walau kau telah berupaya, itu hanya tanda kau tak membutuhkannya. Apa yang tak bisa kau miliki meski kau telah temui, itu hanya tanda kau lebih baik tanpanya”

(rumahsakit)

•
It will pass

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Mama dan Papa, de Intan persembahkan tugas akhir ini dengan penuh cinta dan rasa terima kasih. Setiap perjuangan dalam proses ini adalah pantulan dari semangat yang kalian tanamkan, setiap keberhasilan adalah bukti dari doa-doa yang kalian titipkan di langit setiap malam. Segala pencapaian ini adalah milik kita — karena tanpa cinta kalian, tak akan pernah ada kekuatan.

Untuk Nur Intan Sheila Rahmah, diriku sendiri, yang telah dan akan selalu berjalan di antara jatuh dan bangkit, di antara ragu dan yakin, yang tak akan pernah berhenti berjalan — menemukan, kehilangan, lalu menemukan lagi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kimia.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan karya akhir ini tentunya tidak lepas dari doa, dukungan moral, semangat, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Khurul Wardati, M.Si. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si., M.Si. selaku ketua Program Studi Kimia.
3. Ibu Susy Yunita Prabawati, M.Si., sebagai dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Karmanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberi masukan juga arahan dengan sabar dan selalu meluangkan waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Cinta pertamaku, Bapak Adman Sugiono, S.H., dan bidadari surgaku, Ibu Tita Karmilah, terima kasih atas setiap doa yang menguatkan, atas ketulusan yang tak pernah menuntut balas, atas kasih yang tak pernah kering dan atas kesabaran yang selalu menuntunku pulang. Sejuta maaf dan terima kasih, semoga lama hidupmu di sini, melihatku berjuang sampai akhir.
6. Untuk kakak dan adikku, Yusi Alvi Herawati dan Talita Bilqis Zuhaira Sugiono, yang dengan tulus selalu menyelipkan doa dalam setiap langkah penulis. Terima kasih atas kasih, perhatian, dan semangat yang tak pernah padam, yang menjadi penguat di setiap lelah dan penenang di setiap ragu, hingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Untuk sahabat-sahabat “wasap” — Nurul Dwi Sapitri, Naiya Yuan Arlita, Rini Maulida, dan Della Dewinta Syawalia — juga para “barudak” — Nurmasdi Ridhani, Aryas Hakim, Azka, Handika — terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan panjang ini sejak tahun pertama hingga tahun terakhir bersama-sama menjejalkan kaki untuk menggapai mimpi menjadi seorang kimiawan.
8. Innaya Marchela Tampilang, yang selalu ada untuk memberi tangan saat penulis hampir menyerah, dan telinga yang sabar mendengar setiap cerita yang tak selalu mudah diceritakan. Terima kasih atas ketulusan yang tak pernah berkurang.
9. Untuk Aria Dinda Ratabilabagi yang tak pernah lelah mendukung dan menemani dalam setiap hela waktu saat langkah awal penulis menyandang titel mahasiswi di Kota Yogyakarta, yang penulis juga tahu bahwa di Surga sana — di antara bidadari dan cahaya-Nya — engkau selalu membisikkan doa-doa baik yang menjelma menjadi kekuatan dalam setiap langkah. Kupersembahkan S.Si ini untukmu juga.

10. Untuk teman teman Xenon. Sungguh terima kasih.

11. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu memberikan masukan, motivasi, dukungan, dan doa yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap karya sederhana ini dapat memberikan manfaat, tidak hanya sebagai syarat akademik, tetapi juga sebagai sumbangsih kecil bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Semoga setiap proses, lelah, dan doa yang menyertai penyusunannya bernilai ibadah serta menjadi langkah awal menuju pembelajaran yang lebih luas di masa depan.

Yogyakarta, 6 Januari 2026

Nur Intan Sheila Rahmah



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori	11
1. Adulterasi.....	11
2. Zat warna sintetis karmoisin	12
2. Secang	16
3. Spektrofotometri UV-Vis.....	19
4. Multivariate Curve Resolution (MCR)	21
6. Partial Least Squares Regression (PLSR).....	23
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
A. Waktu dan Tempat Penelitian	28
B. Alat-Alat Penelitian.....	28
C. Bahan-Bahan Penelitian	28
D. Cara Kerja Penelitian	28
1. Preparasi larutan induk serbuk secang dan pewarna sintetis	28
2. Preparasi larutan kerja campuran serbuk secang dan pewarna sintetis.....	29

3. Analisis spektroskopi UV-Vis larutan sampel latih dan sampel uji.....	29
4. Analisis campuran larutan serbuk secang dan pewarna sintetis dengan pendekatan Multivariate Curve Resolution (MCR)	30
5. Membangun model kuantitatif dan prediksi kadar menggunakan Partial Least Squares Regression (PLSR)	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Karakteristik Spektra Larutan Serbuk Secang, Pewarna Sintetis, dan Campuran	31
1. Karakteristik spektra larutan serbuk secang.....	34
2. Karakteristik spektra larutan pewarna sintetis karmoisin	35
3. Karakteristik spektra campuran secang dan karmoisin.....	37
B. Analisis MCR Larutan Serbuk Secang dan Pewarna Sintetis Karmoisin ...	39
1. Analisis profil spektra komponen tunggal dari campuran kompleks serbuk secang dan pewarna sintetis karmoisin.....	39
2. Reprodusibilitas hasil Multivariate Curve Resolution (MCR)	41
3. Analisis kemiripan spektra komponen dengan spektra murni menggunakan Cluster Analysis.....	42
C. Partial Least Squares Regression (PLSR)	45
1. Model regresi menggunakan Partial Least Squares Regression	45
2. Prediksi kadar pada sampel uji dengan PLSR	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) Serbuk pewarna sintetis karmoisin; (b) Struktur kimia pewarna karmoisin.....	15
Gambar 2.2. Kulit kayu secang.....	17
Gambar 2.3. Struktur kimia senyawa komposit brazilin (a) Brazilin; (b) 3-O-metilbrazilin; (c) Brazilein	18
Gambar 2.4 Skema alat spektrofotometer UV-Visible (single beam)	21
Gambar 2.5 Skema spektrofotometer UV-Visible (double beam).....	21
Gambar 4.1 (a) Spektra larutan pewarna sintetis secang, (b) Spektra larutan pewarna sintetis karmoisin, (c) Spektra campuran secang dan karmoisin dengan perbandingan.....	33
Gambar 4.2 (a) Spektra hasil pemisahan menggunakan (MCR), (b) Kemiripan spektra komponen 1 dan Spektra secang, (c) Kemiripan spektra komponen 2 dengan karmoisin.	40
Gambar 4.3 Hasil dekomposisi MCR berdasarkan ketertiruan metode antara kelompok campuran (a) dan kelompok campuran (b)	42
Gambar 4.4 (a) Kemiripan spektra hasil dekomposisi dengan spektra acuan menggunakan cluster analysis pada kedua kelompok campuran, (b) Hasil kemiripan spektra komponen 2 dan spektra secang.....	43
Gambar 4.5 Goodness of Fit (GOF) campuran serbuk secang dan pewarna sintetis menggunakan partial least square regression (PLSR).....	46

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bahan pewarna sintetis yang diizinkan di Indonesia	14
Tabel 4.1 Hasil analisis kemiripan antara spektra komponen dan spektra murni menggunakan cluster analysis	44
Tabel 4.2 Hasil prediksi karmoisin menggunakan model PLSR	47



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	55
Lampiran 2. Pembuatan Larutan Kompleks Serbuk Secang dan Karmoisin	56
Lampiran 3. Spektra Murni Larutan Secang dan Karmoisin	60
Lampiran 4. Scan Panjang Gelombang Campuran Secang dan Karmoisin	61
Lampiran 5. Hasil Identifikasi Spektra Komponen Tunggal dari Campuran Secang dan Karmoisin dengan Metode MCR.....	65
Lampiran 6. Hasil Cluster Analysis Campuran Secang dan Karmoisin	69
Lampiran 7. Grafik dan Model Matematis Analisis Kuantitatif dengan Metode PLSR	722



INTISARI

Uji Adulterasi Serbuk Secang dengan Pewarna Sintetis Karmoisin menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dengan Pendekatan Kemometrika

Oleh:

Nur Intan Sheila Rahmah

22106030023

Pembimbing:

Karmanto, S.Si., M.Sc.

Adulterasi pewarna alami secang (*Caesalpinia sappan* L.) dengan pewarna sintetis karmoisin dapat mempengaruhi mutu serta aspek keamanan produk pangan dan menjadi tantangan analitik karena kompleksitas matriks dan tumpang tindih spektra, sehingga diperlukan pendekatan yang mampu membedakan serta mengkuantifikasi kontribusi masing-masing komponen secara andal. Penelitian ini bertujuan menganalisis spektra UV-Vis larutan serbuk secang, karmoisin, dan campuran keduanya, memisahkan serta mengidentifikasi kontribusi komponen secang dan karmoisin dalam sistem menggunakan *Multivariate Curve Resolution* (MCR), serta membangun model kuantitatif berbasis *Partial Least Squares Regression* (PLSR) untuk memprediksi kadar pada sampel campuran yang berpotensi teradulterasi. Larutan secang, karmoisin, dan berbagai campuran diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis, kemudian data spektra dianalisis secara kemometrik melalui MCR dan PLSR. Hasil analisis spektra menunjukkan secang memiliki puncak serapan khas pada sekitar 283, 441, dan 538 nm, sedangkan karmoisin menunjukkan serapan dominan pada sekitar 514 nm. Pada campuran keduanya terjadi tumpang tindih serapan disertai perubahan intensitas. Pemodelan MCR berhasil memisahkan spektra campuran menjadi spektra komponen tunggal. Spektra hasil dekomposisi menunjukkan kemiripan antara spektra komponen 1 dan secang; komponen 2 dan karmoisin dengan tingkat kemiripan 93-99% menggunakan analisis kluster. Model PLSR dibangun untuk melakukan validasi model untuk mengkuantifikasi kadar karmoisin dan secang dan menghasilkan $R^2 = 0,9998761$, slope mendekati 1, serta RMSEC = 0,1414941. Prediksi pada sampel uji menunjukkan kadar karmoisin sebesar 0,70 ppm; 8,83 ppm; dan 17,27 ppm dan kadar secang sebesar 101,16 ppm; 64,8 ppm; 5,59 ppm, serta yang sangat konsisten dengan ruang model, sehingga layak digunakan untuk interpretasi kuantitatif. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan kombinasi UV-Vis, MCR, dan PLSR efektif untuk mendeteksi serta mengkuantifikasi indikasi adulterasi karmoisin pada pewarna alami secang.

Kata Kunci: Adulterasi, Serbuk Secang, Pewarna Sintetis, Karmoisin, Resolusi Kurva Multivariat, Regresi Kuadrat Terkecil Parsial (PLSR)

ABSTRACT

Adulteration Test of Secang Extract with Synthetic Dyes Using UV-Vis Spectrophotometry and a Chemometric Approach

By:

Nur Intan Sheila Rahmah

22106030023

Preceptor:

Karmanto, S.Si., M.Sc.

Adulteration of the natural colorant secang (*Caesalpinia sappan* L.) with the synthetic dye carmoisine may compromise product quality and food safety, and poses an analytical challenge due to matrix complexity and spectral overlap. Therefore, an analytical approach capable of reliably distinguishing and quantifying the contribution of each component is required. This study aimed to analyze the UV-Vis spectra of secang powder solutions, carmoisine, and their mixtures; to resolve and identify the contributions of secang and carmoisine within the mixed system using Multivariate Curve Resolution (MCR); and to develop a quantitative model based on Partial Least Squares Regression (PLSR) for predicting component levels in potentially adulterated samples. Solutions of secang, carmoisine, and various mixtures were measured using a UV-Vis spectrophotometer, and the resulting spectral data were analyzed chemometrically using MCR and PLSR. Spectral analysis showed that secang exhibited characteristic absorption peaks at approximately 283, 441 and 538 nm, while carmoisine displayed a dominant absorption band near 514 nm. In the mixed samples, overlapping absorption bands accompanied by intensity variations were observed. MCR modeling successfully resolved the mixed spectra into individual component spectra, with the decomposed spectra of component 1 closely resembling secang and component 2 corresponding to carmoisine, showing similarity levels of 93–99% based on cluster analysis. A PLSR model was then constructed to validate the quantitative analysis of secang and carmoisine, yielding an R^2 value of 0.9998761, a slope close to unity, and an RMSEC of 0.1414941. Predictions for test samples indicated carmoisine concentrations of 0.70 ppm, 8.83 ppm, and 17.27 ppm, alongside secang concentrations of 101.16 ppm, 64.80 ppm, and 5.59 ppm, respectively, all of which were highly consistent with the model space and suitable for quantitative interpretation. Overall, the results demonstrate that the combined application of UV-Vis spectroscopy, MCR, and PLSR is effective for detecting and quantifying carmoisine adulteration in secang-based natural colorants.

Keywords: Adulteration, Secang Powder, Synthetic Dye, Carmoisine, Multivariate Curve Resolution (MCR), Partial Least Squares Regression (PLSR)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Analisis adulterasi pewarna pada minuman berbasis secang memerlukan pendekatan yang mampu membedakan kontribusi pewarna alami dan sintetis secara andal, terutama ketika spektra serapannya saling bertumpang tindih pada wilayah UV–Vis. Penelitian ini bertujuan menganalisis spektra UV–Vis secang dan karmoisin, memisahkan kontribusi masing-masing komponen secara kemometrik, serta membangun model kuantitatif untuk memprediksi kadar secang pada sampel yang berpotensi mengalami adulterasi.

Secang (*Caesalpinia sappan* L.) merupakan bahan alam yang banyak dimanfaatkan sebagai pewarna alami dan bahan minuman tradisional di Indonesia. Warna merah khas secang terutama berasal dari brazilin yang dapat teroksidasi menjadi brazilein, sehingga memengaruhi sifat serapan dan warna larutan. Seiring meningkatnya konsumsi minuman berbasis secang dalam bentuk seduhan maupun sirup, muncul risiko penambahan pewarna sintetis untuk meningkatkan intensitas warna atau menekan biaya produksi. Kondisi ini menuntut metode analisis yang mampu melakukan penilaian mutu secara objektif karena pengamatan visual tidak cukup untuk membedakan warna secang dan pewarna sintetis yang dapat tampak serupa.

Tantangan analitik utama pada sistem secang–pewarna sintetis adalah tumpang tindih spektra pada wilayah cahaya tampak, sehingga identifikasi kontribusi tiap komponen tidak dapat diandalkan jika hanya mengamati satu panjang gelombang. Metode seperti Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC)

memiliki selektivitas dan sensitivitas tinggi, tetapi umumnya membutuhkan pelarut organik dalam jumlah besar, preparasi sampel yang lebih kompleks, serta biaya operasional dan instrumentasi yang relatif tinggi. Oleh karena itu, spektrofotometri UV–Vis menjadi alternatif yang relevan karena mampu merekam profil serapan secara cepat; namun untuk sistem multikomponen dengan spektra yang tumpang tindih, diperlukan pengolahan data lanjutan berbasis kemometrika.

Dalam penelitian ini, Multivariate Curve Resolution (MCR) digunakan untuk mendekomposisi data spektra multikomponen menjadi profil spektra komponen dan profil kontribusinya, sehingga keberadaan komponen sintetis dapat ditelusuri meskipun pita serapannya beririsan dengan secang. Selanjutnya, untuk analisis kuantitatif, Partial Least Squares Regression (PLSR) digunakan untuk memodelkan hubungan antara data spektra (variabel X) dan kadar secang (variabel Y) dengan mempertimbangkan kolinearitas antar panjang gelombang. Dengan pendekatan ini, prediksi kadar secang pada sampel yang mengandung pewarna sintetis dapat dilakukan secara lebih stabil dan informatif dibanding pendekatan univariat.

Kombinasi spektrofotometri UV–Vis, MCR, dan PLSR menawarkan strategi analisis yang efisien serta mendukung prinsip green analysis karena meminimalkan penggunaan pelarut organik, waktu analisis yang singkat, preparasi sampel yang mudah, dan biaya yang relatif murah. Selain itu, pendekatan berbasis kemometrika memungkinkan interpretasi data spektra secara lebih objektif melalui pemisahan sinyal dan pemodelan multivariat, sehingga mengurangi subjektivitas yang kerap muncul pada evaluasi warna secara visual. Dengan demikian, penelitian

ini juga berkontribusi pada pengembangan metode skrining analitik yang lebih terstandar untuk sistem pewarna alami–sintetis yang memiliki karakter spektral saling tumpang tindih. Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar metodologis untuk penilaian mutu minuman berbasis secang, khususnya dalam mendeteksi indikasi adulterasi pewarna sintetis dan mengevaluasi perubahan kadar secang secara kuantitatif.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan terbatas pada larutan secang dan campurannya dengan pewarna sintetis karmoisin yang umum digunakan dalam adulterasi.
2. Analisis dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 190-1100 nm berdasarkan karakteristik spektral kedua zat warna.
3. Pemisahan dan identifikasi komponen campuran dibatasi pada penerapan metode *Multivariate Curve Resolution* (MCR) menggunakan perangkat lunak The Unscrambler® X 10.5.
4. Uji reproduibilitas menggunakan kelompok campuran a yang terdiri dari campuran secang dan karmoisin (20 mL : 0 mL), (20 mL : 20 mL); (16 mL : 2 mL); (11 mL : 9 mL); (2 mL : 15 mL); (0 mL : 20 mL) dan kelompok campuran b dari campuran secang dan karmoisin (20 mL : 0 mL); (17 mL : 1 mL); (12 mL : 5 mL); (10 mL : 10 mL); (1 mL : 17 mL); (0 mL : 20 mL)

5. Analisis kuantitatif hanya menggunakan metode *Partial Least Squares Regression* (PLSR) dengan membangun model regresi.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik spektra UV-Vis dari larutan serbuk secang, pewarna sintetis karmoisin dan campuran keduanya?
2. Apakah pendekatan *Multivariate Curve Resolution* (MCR) dapat memisahkan spektra dan mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari komponen kompleks serbuk secang dan pewarna sintetis karmoisin?
3. Bagaimana membangun model kuantitatif menggunakan *Partial Least Squares Regression* (PLSR) untuk menentukan kadar secang dan karmoisin pada sampel campuran yang berpotensi mengalami adulterasi ?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Karakterisasi spektra UV-Vis dari larutan serbuk secang, pewarna sintetis karmoisin, serta campuran keduanya.
2. Analisis *Multivariate Curve Resolution* (MCR) dan identifikasi komponen penyusun campuran.
3. Membangun model kuantitatif menggunakan PLSR untuk memprediksi kadar secang dan karmoisin dalam sampel campuran yang berpotensi mengalami adulterasi.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi dasar mengenai karakteristik spektra UV-Vis secang dan karmoisin sebagai data referensi spektral yang dapat digunakan sebagai acuan dalam membedakan pewarna alami secang dan pewarna sintetis karmoisin.
2. Memberikan contoh penerapan metode kemometrika, khususnya *Multivariate Curve Resolution* (MCR), dalam memisahkan spektra campuran kompleks.
3. Menyediakan model kuantitatif linier dan memprediksi kadar pada sampel yang diduga mengalami adulterasi.
4. Menjadi referensi bagi penelitian sejenis yang mengkaji autentikasi bahan alam dan deteksi pencampuran dengan zat aditif sintetis menggunakan kemometrika.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Larutan secang memiliki puncak serapan yang khas pada 283, 441 dan 538 nm, sedangkan karmoisin memiliki puncak serapan yang khas pada 515 nm. Pada campuran secang dan karmoisin terjadi *overlapping* spektra.
2. Hasil dekomposisi MCR menunjukkan dua komponen utama yang konsisten dengan karakter spektra secang dan karmoisin. *Cluster analysis* juga memperlihatkan kemiripan spektra yang jelas antara spektra komponen dan spektra acuan.
3. Model kuantitatif PLSR berbasis spektra UV–Vis menghasilkan model yang baik, yaitu R^2 mendekati 1, slope mendekati 1, dan galat rendah serta menghasilkan prediksi sampel uji yang mendekati nilai referensi, yaitu kadar karmoisin sebesar 0,70 ppm; 8,83 ppm; dan 17,27 ppm dan kadar secang sebesar 101,16 ppm; 64,8 ppm; 5,59 ppm.

B. Saran

Saran yang diusulkan untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya terkait penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait analisis kuantitatif dengan metode *Multivariate Curve Resolution* (MCR).

2. Perlu adanya penerapan metode kemometrika lain untuk perbandingan, seperti PCA, ICA, atau PCR.
3. Perlu adanya penyempurnaan model kuantitatif PLSR dengan menambah jumlah sampel dan variasi konsentrasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Achir, N., Servent, A., Soto, M., & Mayer, C. D. (2022). Feasibility of Individual Carotenoid Quantification in Mixtures Using UV-Vis Spectrophotometry with Multivariate Curve Resolution Alternating Least Squares (MCR-ALS). *Journal of Spectroscopy*.
- Adriani, A., & Zarwinda, I. (2019). Pendidikan untuk Masyarakat Tentang Bahaya Pewarna melalui Publikasi Hasil Analisis Kualitatif Pewarna Sintesis dalam Saus. *Jurnal Serambi Ilmu*, Vol. 20, No. 2.
- Afendi, F. M., Sulistiyani, Hirai, A., Altaf-Ul-Amin, M., Takahashi, H., Nakamura, K., & Kanaya, S. (2010, Oktober). Modelling Ingredient of Jamu to Predict its Efficacy. *Forum Statistika dan Komputasi*, Vol. 15, No. 2.
- Amir, H., Amida, N., & Nurhamidah. (2021). Sosialisasi Pengenalan Tentang Bahan Aditif Tambahan pada Makanan dan Minuman. *ANDROMEDIA : Jurnal Pengabdian Masyarakat Rafflesia*, Vol. 1, No. 1.
- Andi, Z. A., & Malik, Y. (2024). Verifikasi metode menggunakan atomic absorption spectrophotometer (AAS) analisis kadar Natrium (Na) dalam bijih nikel. *Jurnal Penelitian Sains*, Vol. 3, 284-289.
- Andriansyah, I., Wijaya, H. N. M., & Purwaniati. (2021). Analisis Adulteran pada Kopi Luwak dengan Metode Fourier Transform Infrared (FTIR). *Jurnal Kimia Riset*, Vol.6 No.1, 26-38.
- Badan POM. (2019). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No. 11 Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan*.
- Barciela, P., Vazquez, P., & Prieto, A. (2023). Azo dyes in the food industry: Features, classification, toxicity, alternatives, and regulation. *Food and Chemical Toxicology*, Vol.178.
- Barrera, H., Cruz-Olivares, J., Frontana-Urbe, B. A., Gomez-Diaz, A., Romero, P., & Barrera-Diaz, C. (2020). Electro-Oxidation–Plasma Treatment for Azo Dye Carmoisine (Acid Red 14) in an Aqueous Solution. *Materials*, Vol.13, 1463.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.

- Diaz-Cruz, J. M., Esteban, M., & Arino, C. (2019). *Chemometrics in Electroanalysis*. Springer.
- DUMITRESCU, I., CONSTANTINESCU, R., MITRAN, E. C., PERDUM, E., CHIRILĂ, L., IORDACHE, O. G., ȘTEFĂNESCU, D., PÎSLARU, M., & MANCAȘI, I. (2018). ANTIBACTERIAL AND UV PROTECTIVE EFFECTS OF COTTON FABRICS DYED WITH BRASI-COLOR EXTRACT. *ICAMS - International Conference on Advanced Materials and Systems*, Vol.7.
- Endang, S., & Sunaryo. (2015). *Minuman Tradisional Penguat Kekebalan Tubuh*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- European Commission. (2023, October). Commission Regulation (EU) No 231/2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Regulation (EC) No 1333/2008. *Official Journal of the European Union*.
- Evi, T., & Rachbini, W. (2022). *Partial Least Squares (Teori dan Praktek)*. Tahta Media Group.
- Hadi, S., & Nastiti, K. (2023, Juni). Autentikasi Kulit Buah G. Forbesii King dari Risiko Adulterasi G. Mangostana L menggunakan Kombinasi Kemometrik-Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmamedika*, Vol.8 No.1, 67-73.
- Hadi, S., & Nastiti, K. (2024, Maret). Autentikasi G.Dulcis terhadap Adulterasi G.Mangostana dengan Metode Spektrofotometri Kombinasi Kemometrik. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, Vol.10 No.1, 75-82.
- Handayani, R., & Larasati, H. Y. (2018, Juni). Identifikasi Pewarna Sintetis pada Produk Olahan Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Anterior Jurnal*, Vol. 17, Issue 2, 130-135.
- Harmita. (2017). Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. 1, No. 3.
- Heyne K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia Vol II*. Yayasan Sarana Wana Jaya : Diedarkan oleh Koperasi Karyawan. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Karan, A. K., Sahoo, D., Sen, S., & Manik, N. B. (2023). Electrical conduction mechanism of carmoisine dye-based natural organic device. *Indian J Phys*.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (1990). *Finding Groups in Data : An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley.

- Kementrian Kesehatan RI. (2012). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan. *Direktorat Jendral Farmasi dan Alat Kesehatan*.
- Khopkar, S.M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI-Press.
- Lanchemeir, D., & Kessler, W. (2008). Multivariate Curve Resolution of Spectrophotometric Data for the Determination of Artificial Food Colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5463–5468.
- Lee, D.-K., Cho, D.-H., Lee, J.-H., & Shin, H. Y. (2008). Fabrication of nontoxic natural dye from sappan wood. *Korean Journal Chemistry*, Vol.25, No.2.
- Leulescu, M., Rotaru, A., Moanta, A., Lacobescu, G., Palarie, I., Cioatera, N., Popescu, M., Criveanu, M. C., Morintale, E., Bojan, M., & Rotaru, P. (2021). Azorubine: physical, thermal and bioactive properties of the widely employed food, pharmaceutical and cosmetic red azo dye material. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol.143, 3945-3967.
- Ngamwonglumlert, L., Devahastin, S., Chiewchan, N., & Raghavan, V. (2020). Color and molecular structure alterations of brazilein extracted from *Caesalpinia sappan* L. under different pH and heating conditions. *Science Reports*, Vol.10.
- Nuwa, Tanduh, & Prihanika. (2018). Pemanfaatan Tanaman Hutan Daun Tepanggang sebagai Pewarna Alami Kerajinan Rotan. *Jurnal Hutan Tropika*, Vol. 13, No.1, 40-45.
- Oko, S., Harjanto, Kurniawan, A., & Winanti, C. (2022). Penurunan Kadar Zat Warna Remazol Brilliant Blue R Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Serbuk CaCO₃ Dari Cangkang Telur Dan Karbon Aktif. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, Vol. 18, No. 2, 39-45.
- Prabu, S.L, & Ramasamy. (2018). Adulteration of natural food colors with synthetic dyes: An overview. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 48(1), 30-36.
- Putri, S. A., Andriana, Y. F., & Septiana, U. (2020, Maret). Eksplorasi Pengolahan Serat Sabut Kelapa dengan Pewarna Alami Secang sebagai Material Alternatif Furnitur. *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, Vol. 4, No.1.
- Rahim, A., Rohmah, S. N., Khalisa, K. D., Hafizhah, I., Ramdan, M., Kamil, F. A., Dafita, S., & Suanda. (2023). Pembuatan Minuman Herbal Kayu Secang

untuk Meningkatkan Perekonomian dan Kesehatan Masyarakat Blok Gombang, Desa Sanca, Gantar, Indramayu. *Jurnal Abdimas Bina Bangsa*, Vol. 4 No.1.

- Ricotta, C., & Pavoine, S. (2015). Measuring similarity among plots including similarity among species: an extension of traditional approaches. *Journal of Vegetation Science*, Vol.25, 1061-1067.
- Rutan, S.C., Juan, A. d., & Tauler. (2009). Introduction to Multivariate Curve Resolution. In *Elsevier B.V.*
- Saraswati, I. (2016, September-Desember). Pengaruh Nilai pH terhadap Warna dari Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai Indikator Alami baru. *Media Medika Muda*, Vol.1, No.3.
- Sari, R., & Suhartati. (2016, Juni). Secang (*Caesalpinia sappan* L.) : Tumbuhan Herbal Kaya Antioksidan. *Info Teknis EBONI*, Vol.13 No.1, 57 - 67.
- Sarvestani, M. R. J., & Doroudi, Z. (2022). Determination of Ultra Trace Amounts of Carmoisine in Food Specimens by Ultrasound-assisted Surfactant-enhanced Emulsification Microextraction Method Coupled with UV-Visible Spectrophotometry. *Journal of Chemical Health Risks*, Vol.12(3), 409-419.
- Skoog, D.A., Holler, F.J., & Crouch, S.R. (2017). *Principal of Instrumental Analysis*. Sunder College Publisher.
- Srinadi, I. G. A. M. (2017). Model Partial Least Square Regression(PLSR) Pengaruh Bidang Pendidikan dan Ekonomi Terhadap Tingkat Kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Matematika*, Vol. 7, No. 1.
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-dasar Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA.
- Wahyuningsih, P. D., & Kusumowati, I. T. D. (2024). Validasi Metode Penetapan Kadar Hidrokuinon. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, Vol. 7, No 3.
- World Health Organization (WHO). (2017). *Food adulteration and consumer protection*. Geneva: World Health Organization.